

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-072087

(43)Date of publication of application : 12.03.2002

(51)Int.Cl. G02B 15/16
G02B 13/18

(21)Application number : 2000-256102 (71)Applicant : NIKON CORP

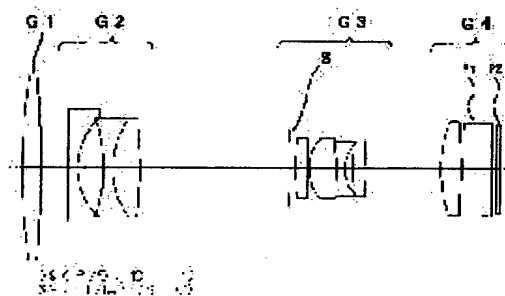
(22)Date of filing : 25.08.2000 (72)Inventor : MURATANI MASAMI
OSHITA KOICHI

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens suitable for a video camera and an electronic still camera or the like using a solid-state image pickup element, made compact, having a zoom ratio being about 3, having the angle of view being 60° at a wide-angle end and having excellent image forming performance.

SOLUTION: This zoom lens is provided with at least a 1st positive lens group G1, a 2nd negative lens group G2 and a 3rd positive lens group G3 in order from an object side. In the case of varying power from the wide-angle end to a telephoto end, the 1st lens group G1 is fixed and a space between the 2nd lens group G2 and the 3rd lens group G3 is reduced. The zoom lens has such constitution that the 1st lens group G1 consists of one positive lens, the 2nd lens group G2 includes at least one negative lens and at least one positive lens, and the 3rd lens group G3 includes a diaphragm S, at least one positive lens and at least one negative lens, and satisfies conditional expressions (1) and (2).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-72087

(P2002-72087A)

(43) 公開日 平成14年3月12日 (2002.3.12)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/16

13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/16

13/18

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2000-256102(P2000-256102)

(22) 出願日 平成12年8月25日(2000.8.25)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 村谷 真美

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 大下 孝一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

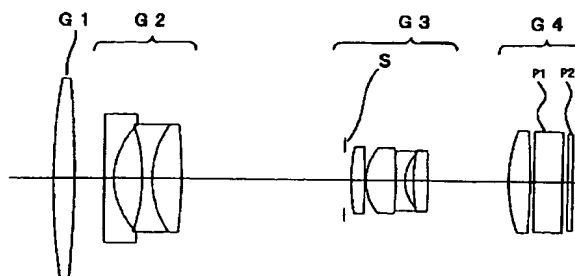
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子等を用いたビデオカメラ、電子スチルカメラ等に適し、小型で、ズーム比が3倍程度で、広角端で60°の画角を有し、優れた結像性能を有するズームレンズ。

【解決手段】 物体側より順に、少なくとも、正の第1レンズ群G1、負の第2レンズ群G2、正の第3レンズ群G3を有し、広角端から望遠端への変倍時に、前記第1レンズ群G1が固定で、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3の間隔が縮小するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群G1は、1枚の正レンズから成り、前記第2レンズ群G2は、少なくとも1枚の負レンズ及び少なくとも1枚の正レンズを含み、前記第3レンズ群G3は、絞りS及び少なくとも1枚の正レンズ及び少なくとも1枚の負レンズを含む構成で、条件式(1)(2)を満たす。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側より順に、少なくとも、正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍時に、前記第 1 レンズ群が固定で、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が縮小するズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、1 枚の正レンズから成り、前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズ及び少なくとも 1 枚の正レンズを含み、前記第 3 レンズ群は、絞り及び少なくとも 1 枚の正レンズ及び少なくとも 1 枚の負レンズを含む構成で、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$3.9 < f_1/f_3 < 43 \quad (1)$$

$$6.3 < TL/fw < 7.9 \quad (2)$$

但し、

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離、

TL : 全系の全長(第 1 面から像面までの距離)、

fw : 広角端における全系の焦点距離。

【請求項 2】前記ズームレンズは、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$-1.4 < f_2/f_3 < -0.98 \quad (3)$$

但し、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離。

【請求項 3】前記ズームレンズは、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$0.52 < S_3/f_3 < 1.04 \quad (4)$$

但し、

S_3 : 前記第 3 レンズ群の厚さ。

【請求項 4】前記ズームレンズは、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 に記載のズームレンズ。

$$0.96 < S_2/fw < 1.13 \quad (5)$$

但し、

S_2 : 前記第 2 レンズ群の厚さ。

【請求項 5】前記ズームレンズは、前記正の第 3 レンズの像側にさらに第 4 レンズ群を有し、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 に記載のズームレンズ。

$$0.1 < f_3/f_4 < 0.8 \quad (6)$$

但し、

f_4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離。

【請求項 6】前記ズームレンズは、前記正の第 3 レンズの像側にさらに第 4 レンズ群を有し、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 に記載のズームレンズ。

$$2.7 < \Sigma d/S_2 < 4.05 \quad (7)$$

但し、

S_2 : 前記第 2 レンズ群の厚さ、

Σd : 前記第 1 レンズ群の厚さと前記第 2 レンズ群の前記厚さと前記第 3 レンズ群の厚さと前記第 4 レンズ群の厚さの総和。

【請求項 7】前記ズームレンズは、平面又は球面のみで構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 に記載のズームレンズ。

【請求項 8】前記第 3 レンズ群は、最も物体側に絞りが配設され、最も像側のレンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は CCD 等の固体撮像素子を用いた小型カメラなどに適したズームレンズで、特にズーム比が 2.5 倍以上で、広角端で 60° 以上の画角を有するズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、固体撮像素子に適したズームレンズが特開平 11-23967 などで知られているが、凹先行のタイプでは比較的単純な構成で良好な収差補正が得られるものの、全長が長くなりやすく、広角端における歪曲収差の補正が困難であった。一方凸先行のタイプは、前玉径が比較的大きく全長が複雑になりがちであるが、全長が比較的短く、広角端における歪曲収差の補正に有利であるという利点がある。この凸先行タイプのレンズでは特開平 6-27377 号公報や特開平 8-278444 号公報記載のレンズが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平 6-27377 号及び特開平 8-278444 号の実施例では、まだ全長が長く、また各群の厚さが大きくなりやすいため、小型化に不利であった。

【0004】そこで本発明においては、固体撮像素子等を用いたビデオカメラ、電子スチルカメラ等に適し、小型で、ズーム比が 3 倍程度で、広角端で 60° の画角を有し、優れた結像性能を有するズームレンズの提供を目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、物体側より順に、少なくとも、正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍時に、前記第 1 レンズ群が固定で、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が縮小するズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、1 枚の正レンズから成り、前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズ及び少なくとも 1 枚の正レンズを含み、前記第 3 レンズ群は、絞り及び少なくとも 1 枚の正レンズ及び少なくとも 1 枚の負レンズを含む構成で、さらに以下の条件式を満たすことを特徴とするズー

ムレンズを提供する。

【0006】

$$3.9 < f_1/f_3 < 43 \quad (1)$$

$$6.3 < TL/fw < 7.9 \quad (2)$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

TL : 全系の全長(第1面から像面までの距離)、

fw : 広角端における全系の焦点距離。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について説明する。図1、図5、図9、図13、図17、図21、図25、図29、図33、図37、図41、図45、図49に本発明のレンズ断面図を示す。図からわかるように、本発明は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、絞りSを含み正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを有する構成である。

【0008】最も物体側に配置された正屈折力の第1レンズ群は、主に第2レンズ群で発生する負の歪曲収差を補正する働きを持つとともに、正の収斂作用によって、第2レンズ群以降に入射する光軸と平行に入射する光線の高さを下げる働きがあり、この作用によって全系の小型化が図れる。

【0009】負屈折力の第2レンズ群は、物体側から像側に移動することによって焦点距離を変化させる作用と、第3レンズ群に対して非線形に移動することによって、広角端から望遠端へのズームに際し、焦点距離を一定に保つ作用を担っている。

【0010】正屈折力の第3レンズ群は、広角端から望遠端へのズームに際し、像側から物体側に移動することによって、全系の焦点距離を変化させる役割を担う。

【0011】本発明は、全系の小型化を図る上では、1群の小型化が重要であるという認識のもとに正屈折力の第1レンズ群を1枚の正レンズで構成した結果、広角の正レンズ先行型ズームレンズで問題となる前玉径の増大を最小に抑え、全系の小型化を図りながら、歪曲収差等諸収差を良好に補正することができた。

【0012】ここで条件式(1)は、上記正の第1レンズ群を単レンズで構成するための条件であって、上記正の第1レンズ群の焦点距離と正の第3レンズ群の焦点距離の比を規定するものである。条件式(1)の上限を超えると、正の第1レンズ群の屈折力が非常に弱いので、広角端での負の歪曲収差の補正が困難であり、また構成が負、正の2群ズームレンズに近づくため、全長の短縮が困難である。逆に下限を超える場合は、正の第1レンズ群の焦点距離が短い場合と、正の第3レンズ群の焦点距離が長い場合が考えられるが、正の第1レンズ群の焦点距離が短い場合、この第1レンズ群が正の単レンズで構成されているため、ここで発生する色収差の補正が困

難であり、第1レンズ群を単レンズで構成することができなくなる。一方正の第3レンズ群の焦点距離が長い場合は、全系の大型化を招くため好ましくない。

【0013】条件式(2)は、小型化に関する条件で、上記レンズ全系の広角端における焦点距離 fw と、全長との関係を規定している。この式の上限を超えると、全長が大きくなり小型化が困難になるか、広角端における画角が狭くなり、ズーム比が小さくなってしまふ。逆にこの式の下限を超えると、全系の小型化には有利であるものの、ズーム比を大きくした場合に収差補正が困難であるため好ましくない。

【0014】絞りは、諸収差をバランス良く補正するために、第3レンズ群中に配設することが好ましく、更に、第3レンズ群の最も物体側に配設するのがより好ましい。

【0015】以上のような構成をとることによって、諸収差の補正が良好な小型のズームレンズを得ることが出来るが、諸収差を良好に補正しつつ高いズーム比と小型化を図るために本発明は条件式(3)を満足することが望ましい。

【0016】条件式(3)の上限を超えても下限を超えてもベッツバル和の補正が困難であり、また、この上限を超えた場合は、第3レンズ群の焦点距離が長いので、ズーム比を高くするのは有利であるが、全長が長くなってしまふため好ましくない。あるいは第2レンズ群の屈折力が過大であるため、諸収差の補正が困難である。逆に下限を超えた場合は、第2レンズの焦点距離が長く第3レンズ群の焦点距離が短いので、諸収差の補正には有利であるが、望遠端で第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が接近するために、高いズーム比を確保することが困難である。

【0017】また、諸収差を良好に補正しつつ小型化を図るために、本発明は条件式(4)を満足することが望ましい。この上限を超えた場合は、第3レンズ群の厚さが厚すぎて、小型化に反する。逆に下限を超えた場合には第3レンズ群の厚さが薄すぎるため、特にコマ収差の補正が困難になる。

【0018】また、小型化を図りつつ良好な収差補正を得るために、本発明は条件式(5)を満足することが望ましい。この上限を超えた場合は全系の小型化を図ることが困難であり、逆に下限を超えた場合には、ズームにおける色収差の変動や球面収差の変動を良好に補正することが困難になるため好ましくない。

【0019】なお、本発明のレンズは、前記正の第3レンズ群の像側にさらに正の第4レンズ群を有する構成が望ましい。正の第4レンズ群は、全系の射出瞳をコントロールする作用を持ち、像面に配設されたCCD等の固体撮像素子に対して効率よく光を導くことができる。また、第4レンズ群は縮小光学系の働きもするため、全系の収差を良好に補正するために有効である。また、第4

レンズ群は、前記固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのフィルタすなわちローパスフィルタ P1 と、前記固体撮像素子を保護するカバー硝子 P2 を含む。

【0020】第4レンズ群を有する場合、この第4レンズ群は条件式(6)を満足することが望ましい。この上限を超えても下限を超えても、全系の射出瞳位置が適切な位置にならないため好ましくない。また、この上限を超えた場合は、第4レンズ群の屈折力が過大であって、収差補正上有利であるものの全系の大型化をまねくため好ましくない。逆に下限を超えると第4レンズ群の屈折力が小さすぎて、良好な収差補正の上では好ましくない。

【0021】ところで、銀塩のコンパクトカメラの分野では、収納時に各レンズ群の間隔を可能な限り縮小し、実際の使用時には所定のレンズ間隔に拡大するような鏡筒機構を持つ沈胴タイプが主流となっている。この沈胴機構を活かし、カメラの小型化を図るには、レンズの全長を短縮するより、各レンズ群の厚さの総和を小さくすることが効果的である。ここで、「各レンズ群の厚さ」とは、「各レンズ群の最も物体側の端面から各レンズ群の最も像面側の端面までの光軸上の距離」を示す。また、絞りがレンズ群の端面に配設された場合にはその絞り面からの距離を示す。また第4レンズ群の場合は、レンズと前記ローパスフィルタ P1 と前記カバー硝子 P2 の内で最も物体側の端面から最も像側の端面迄の光軸上の距離となる。そして、「各レンズ群の厚さの総和」とは、前記「各レンズ群の厚さ」を全て加えたもので、「各レンズ群」間の空気間隔は含まない。

【0022】条件式(7)は、このような沈胴式カメラでレンズの小型化を図る上で満足することが望ましい条件である。この上限を超えると、沈胴時の小型化が達成出来ないため好ましくなく、逆に下限を超えると各レンズ群の厚さが薄すぎて、ズーム時の収差変動の補正が困難である。

【0023】本発明の構成であれば、下記の実施例1～実施例8及び実施例12に示すように、いわゆる非球面を使用することなく、各面を平面又は球面のみで構成しても十分な光学性能を達成できる。この場合には、加工も容易で安価に製造できる。

【0024】また、下記の実施例9～実施例11及び実施例13に示すように、前記第3レンズ群は、最も物体側に絞りが配設され、最も像側のレンズの少なくとも一方の面が非球面であることが好ましい。非球面は、絞りから離れる程コマ収差(外側のコマ収差)を良好に補正でき更に加工精度も低くできるので好ましいが、一方で、絞りに近い程、球面収差特に望遠端での球面収差を良好に補正できるので、両者のバランス上前記のように最も像側のレンズの少なくとも一方の面に配設するのが好ましい。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例1～実施例13について説明する。各実施例とも、広角端から望遠端へのズームに際して、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が縮小し、第3レンズ群と像面との間隔が拡大するように、第2レンズ群と第3レンズ群が移動し、第1レンズ群と第4レンズ群が固定の構成である。

【0026】実施例1は、図1に示すように、第1レンズ群 G1 は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群 G2 は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群 G3 は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズの4枚から成り、第4レンズ群 G4 は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタ P1 と、前記カバー硝子 P2 とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例1の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図2～4に示す。

【0027】実施例2は、図5に示すように、第1レンズ群 G1 は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群 G2 は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群 G3 は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズの4枚から成り、第4レンズ群 G4 は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタ P1 と、前記カバー硝子 P2 とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例2の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例2の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図6～8に示す。

【0028】実施例3は、図9に示すように、第1レンズ群 G1 は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群 G2 は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群 G3 は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズの4枚から成り、第4レンズ群 G4 は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタ P1 と、前記カバー硝子 P2 とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例3の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例3の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図10～12に示す。

【0029】実施例4は、図13に示すように、第1レンズ群 G1 は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群 G2 は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向

けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズの4枚から成り、第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例4の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例4の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図14～16に示す。

【0030】実施例5は、図17に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズの4枚から成り、第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例5の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例5の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図18～20に示す。

【0031】実施例6は、図21に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの4枚から成り、第4レンズ群G4は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例6の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例6の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図22～24に示す。

【0032】実施例7は、図25に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの4枚から成り、第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中

の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例7の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例7の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図26～28に示す。

【0033】実施例8は、図29に示すように、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの4枚から成り、第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例8の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例8の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図30～32に示す。

【0034】実施例9は、図33に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズの4枚から成り、最も像側のレンズの物体側の面が非球面である。第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。実施例9の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例9の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図34～36に示す。

【0035】実施例10は、図37に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの4枚から成り、最も像側のレンズの物体側の面が非球面である。第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。実施例10の収差は実施例1とほぼ同程度で良好に補正されている。実施例10の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図38～40に示す。

【0036】実施例11は、図41に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの4枚から成り、最も像側のレンズの物体側の面が非球面である。第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。実施例11の収差は実施例1とはほぼ同程度で良好に補正されている。実施例11の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図42～44に示す。

【0037】実施例12は、図45に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズの5枚から成り、第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。全ての面は平面又は球面で構成される。実施例12の収差は実施例1とはほぼ同程度で良好に補正されている。実施例12の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図46～48に示す。

【0038】実施例13は、図49に示すように、第1レンズ群G1は両凸レンズ1枚から成り、第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの3枚から成り、第3レンズ群G3は、全体として正の屈折力を有し、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた2枚のメニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの4枚から成り、最も像側のレンズの物体側の面が非球面である。第4レンズ群G4は両凸レンズ1枚と、前記ローパスフィルタP1と、前記カバー硝子P2とから構成される。絞りは第3レンズ群中の物体側に配置され、一体に動く。実施例13の収差は実施例1とはほぼ同程度で良好に補正されている。実施例13の無限遠物点合焦時の広角端、中間焦点距離、望遠端の収差図をそれぞれ図50～52に示す。

【0039】以下の表1乃至表13に、それぞれ実施例1乃至実施例13の諸元の値を掲げる。

【0040】【全体諸元】中のfは焦点距離、Bfはバ

ックフォーカス、FNOはFナンバー、 2ω は画角（単位：度（°））を表す。各々で区切った値は、左側から順に、広角端、中間焦点距離、望遠端での値を示す。

【0041】【レンズ諸元】中、第1カラムは物体側からのレンズ面の番号、第2カラムrはレンズ面の曲率半径、第3カラムdはレンズ面間隔、第4カラム ν はアッベ数、第5カラムnはd線（ $\lambda=587.6\text{nm}$ ）に対する屈折率を表し、空気の屈折率1.000000は省略してある。

【0042】【非球面データ】について、非球面は、光軸方向の座標をx、光軸と垂直方向の座標をy、基準の曲率半径をr、円錐定数をK、n次の非球面係数をCnとして以下の式で表される。

【0043】

$$[数1] \quad x = (y^2/r) / [1 + \{1 - K(y^2/r^2)\}^{1/2}] + C2*y^2 + C4*y^4 + C6*y^6 + C8*y^8 + C10*y^{10}$$

式中、*は積を示す。表中の非球面係数の数値において、「E-6」等は「 $\times 10^{-6}$ 」等を示す。

【0044】【ズーミングデータ】には、広角端、中間焦点距離、望遠端の各状態での焦点距離、可変間隔の値を示す。

【0045】また、以下の全ての緒元値において掲載されている焦点距離f、曲率半径r、面間隔dその他の長さの単位は、一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

【0046】

【表1】

[実施例1]

[全体諸元]

$f = 8.24 \sim 12.7 \sim 19.42$
 $Bf = 0.99$
 $FNO = 2.91 \sim 3.39 \sim 4.26$
 $2\omega = 61.42 \sim 40.19 \sim 26.86^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	79.0110	2.1000	60.29	1.620410
2)	-132.3407	2.9994		
3)	404.6933	1.0000	25.43	1.805180
4)	8.6986	2.9000		
5)	-20.2908	1.0000	70.24	1.487490
6)	10.9998	3.0000	26.30	1.784700
7)	-62.5649	16.5212		
8)	0.0000	0.7000		
9)	20.1117	1.4000	37.17	1.834000
10)	-77.7244	0.1000		
11)	5.9194	3.0000	43.73	1.605620
12)	-50.0160	1.0000	23.78	1.846660
13)	4.8860	0.8000		
14)	16.3847	1.5000	54.66	1.729160
15)	-149.9347	8.1010		
16)	19.4316	2.1000	55.52	1.696800
17)	-69.9144	0.3851		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.9900		

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	12.70000	19.42000
d2	2.99938	7.76483	8.35575
d7	16.52125	8.48459	2.24133
d15	8.10104	11.37225	17.02459

[0047]

[表2]

[実施例2]

[全体諸元]

$f = 8.24 \sim 12.7 \sim 19.42$
 $Bf = 0.99$
 $FNO = 2.94 \sim 3.47 \sim 4.40$
 $2\omega = 61.4 \sim 40.18 \sim 26.85^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	79.0110	2.1000	60.29	1.620410
2)	-132.3407	3.0003		
3)	404.6933	1.0000	25.43	1.805180
4)	8.6986	2.9000		
5)	-20.2908	1.0000	70.24	1.487490
6)	10.9998	3.0000	26.30	1.784700
7)	-62.5649	16.6101		
8)	0.0000	0.7000		
9)	15.4262	1.4000	37.17	1.834000
10)	-1231.7230	0.1000		
11)	6.5442	3.1500	44.89	1.639300
12)	-46.1710	0.9000	23.78	1.846660
13)	5.0562	0.8000		
14)	19.0727	1.4000	52.32	1.755000
15)	-106.9797	8.1036		
16)	19.4316	2.1000	55.52	1.696800
17)	-69.9146	0.3867		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.9900		

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	12.70000	19.42000
d2	3.00030	7.76518	8.35484
d7	16.61010	8.57338	2.33004
d15	8.10356	11.37538	17.02906

[0048]

[表3]

[実施例3]

[全体諸元]

$f = 8.2 \sim 12.7 \sim 19.5$
 $Bf = 0.88$
 $FN0 = 2.89 \sim 3.4 \sim 4.26$
 $2\omega = 60.34 \sim 39.76 \sim 26.46^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	209.1436	2.0000	60.09	1.640000
2)	-111.6300	5.5834		
3)	127.3134	1.0000	25.43	1.805180
4)	8.3676	3.1000		
5)	-25.5254	1.0000	70.24	1.487490
6)	10.0000	3.0000	26.30	1.784700
7)	-163.2949	18.2111		
8)	0.0000	1.0000		
9)	21.9990	1.7000	47.38	1.788000
10)	-30.4001	0.1000		
11)	6.1577	3.9000	48.87	1.531720
12)	-19.4003	1.0000	25.43	1.805180
13)	5.1465	3.7888		
14)	18.3829	1.8000	49.82	1.617720
15)	-76.9647	5.4645		
16)	14.5519	2.2000	70.24	1.487490
17)	-106.3055	0.2000		
18)	0.0000	2.5000	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.7500	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.8841		

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.20000	12.70000	19.50000
d2	5.58343	10.41098	10.23276
d7	18.21115	9.47164	3.05034
d15	5.46454	9.37650	15.97602

[0049]

[表4]

[実施例4]

[全体諸元]

$f = 8.20 \sim 12.7 \sim 19.5$
 $Bf = 1.14115$
 $FN0 = 2.9 \sim 3.45 \sim 4.37$
 $2\omega = 60.76 \sim 40.01 \sim 26.59^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
10	1)	1003.6019	2.0000	60.09 1.640000
	2)	-78.6187	3.3574	
	3)	82.5095	1.0000	25.43 1.805180
	4)	8.1089	3.1000	
	5)	-21.4801	1.0000	70.24 1.487490
	6)	10.0000	2.9000	26.30 1.784700
	7)	-104.7916	16.2336	
20	8)	0.0000	1.0000	
	9)	24.3366	1.7000	47.38 1.788000
	10)	-28.3668	0.1000	
	11)	5.6893	3.9000	48.87 1.531720
	12)	-17.5555	1.0000	25.43 1.805180
	13)	4.7053	3.2483	
	14)	14.5301	1.8000	49.82 1.617720
	15)	-138.6151	5.1638	
30	16)	17.6682	2.1000	61.18 1.589130
	17)	-124.7439	0.2000	
	18)	0.0000	2.7600	67.85 1.458504
	19)	0.0000	0.5000	
	20)	0.0000	0.7500	64.10 1.516800
	21)	0.0000	1.1411	

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.20000	12.70000	19.50000
d2	3.35737	7.55025	6.67610
d7	16.23360	7.99705	2.02560
40	d15	5.16375	9.20743 16.05302

[0050]

[表5]

[実施例5]

[全体諸元]

$f = 8.2 \sim 12.7 \sim 19.5$
 $Bf = 0.85$
 $FNO = 2.9 \sim 3.37 \sim 4.17$
 $2\omega = 60.4 \sim 39.57 \sim 26.39^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	945.3248	2.0000	60.09	1.640000
2)	-78.9967	4.2951		
3)	259.1190	1.0000	25.43	1.805180
4)	8.8701	3.1000		
5)	-31.6890	1.0000	70.24	1.487490
6)	10.0000	3.0000	26.30	1.784700
7)	-244.3940	19.3232		
8)	0.0000	1.0000		
9)	20.7695	1.7000	47.38	1.788000
10)	-36.1998	0.1000		
11)	6.1042	3.9000	48.87	1.531720
12)	-20.2252	1.0000	25.43	1.805180
13)	5.0615	3.6682		
14)	17.9579	1.8000	48.31	1.666720
15)	-110.4690	5.6143		
16)	14.1433	2.2000	70.24	1.487490
17)	-136.4374	0.2000		
18)	0.0000	2.5000	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.7500	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.8465		

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.20000	12.70000	19.50000
d2	4.29508	9.91691	10.67901
d7	19.32321	10.02960	3.14932
d15	5.61428	9.28607	15.40424

【0051】

【表6】

[実施例6]

[全体諸元]

$f = 8.2 \sim 12.7 \sim 19.5$
 $Bf = 0.96$
 $FNO = 2.9 \sim 3.5 \sim 4.53$
 $2\omega = 60.77 \sim 39.8 \sim 26.34^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
10	1)	734.9498	1.7000	58.54 1.651600
	2)	-80.9509	2.9458	
	3)	74.8154	1.0000	25.43 1.805180
	4)	7.8526	2.9000	
	5)	-19.8799	1.0000	70.24 1.487490
	6)	10.0000	3.0000	26.30 1.784700
	7)	-74.7788	3.9802	
20	8)	0.0000	1.0000	
	9)	37.9322	1.7000	47.38 1.788000
	10)	-25.4591	0.1000	
	11)	5.5983	3.8000	48.87 1.531720
	12)	-19.7644	1.0000	25.43 1.805180
	13)	4.7216	0.9332	
	14)	9.6470	1.5000	38.02 1.603420
	15)	102.5174	19.1341	
30	16)	14.5816	2.0000	55.52 1.696800
	17)	281.9931	0.2000	
	18)	0.0000	2.5000	67.85 1.458504
	19)	0.0000	0.5000	
	20)	0.0000	0.7500	64.10 1.516800
	21)	0.0000	0.9588	

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.20000	12.70000	19.50000
d2	2.76239	6.35429	4.85892
d7	15.35375	7.62396	2.06706
40	d15	7.94391	12.08179 19.13406

【0052】

【表7】

[実施例7]

[全体諸元]

$f = 8.24 \sim 12.7 \sim 19.42$
 $Bf = 0.99$
 $FNO = 2.91 \sim 3.49 \sim 4.49$
 $2\omega = 60.73 \sim 39.78 \sim 26.51^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	398.3632	1.7000	60.09	1.640000
2)	-76.1232	2.6190		
3)	192.6184	1.0000	25.43	1.805180
4)	8.1645	2.9000		
5)	-23.6338	1.0000	70.24	1.487490
6)	10.0000	3.0000	26.30	1.784700
7)	-80.6922	15.8989		
8)	0.0000	0.7000		
9)	21.0858	1.7000	42.24	1.799520
10)	-45.0981	0.1000		
11)	6.2984	3.3000	43.73	1.605620
12)	-45.0000	1.0000	23.78	1.846660
13)	5.0937	0.8000		
14)	16.8137	1.6000	54.66	1.729160
15)	623.6221	8.0675		
16)	17.0494	2.1000	55.52	1.696800
17)	-144.2880	0.4491		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.9900		

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	12.70000	19.42000
d2	2.61897	6.48636	5.47064
d7	15.89885	8.09065	2.33625
d15	8.06746	12.00827	18.77838

【0053】

【表8】

[実施例8]

[全体諸元]

$f = 8.2 \sim 12.7 \sim 19.5$
 $Bf = 0.91$
 $FNO = 2.89 \sim 3.52 \sim 4.64$
 $2\omega = 61.2 \sim 40.45 \sim 26.74^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	48.8798	2.0000	63.38	1.618000
2)	171.1633	0.7353		
3)	20.7224	1.3000	23.78	1.846660
4)	7.6559	4.2000		
5)	-28.8879	1.1000	70.24	1.487490
6)	9.2935	2.5000	22.76	1.808090
7)	38.3616	4.8330		
8)	0.0000	1.0000		
9)	18.6729	1.4000	42.72	1.834810
10)	-34.5645	0.0000		
11)	6.9026	3.0000	58.96	1.518230
12)	-25.0267	2.7000	26.30	1.784700
13)	5.2309	2.6545		
14)	13.9683	2.4000	65.47	1.603000
15)	167.3978	13.7662		
16)	23.5967	3.0000	65.47	1.603000
17)	-46.6634	0.5000		
18)	0.0000	2.5000	67.85	1.458504
19)	0.0000	2.2000		
20)	0.0000	0.7500	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.9149		

絞り面

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.20000	12.70000	19.42000
d2	2.66034	5.22611	2.45580
d7	15.19081	8.14464	3.11253
d15	1.48340	5.96378	13.76621

【0054】

【表9】

[実施例9]

[全体諸元]

f = 8.24~15.82~23.4
 Bf = 1.54353
 FN0 = 3.11~4.12~5.52
 2ω = 61.81~32.75~22.67°

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	85.7279	2.0000	70.24	1.487490
2)	-79.5894	7.7532		
3)	-108.9119	1.0000	25.43	1.805180
4)	8.9028	2.9000		
5)	-19.5392	1.0000	70.24	1.487490
6)	11.0000	3.0000	26.52	1.761820
7)	-38.9146	3.8842		
8)	0.0000	0.7000		
9)	11.0820	1.3000	37.95	1.723420
10)	-47.0394	0.1000		
11)	6.0937	3.2000	48.87	1.531720
12)	-15.8307	0.9000	23.78	1.846660
13)	4.6497	1.4000		
14)	58.8643	1.2000	44.20	1.785900
15)	-30.0000	15.3755		
16)	30.6949	2.1000	54.66	1.729160
17)	-32.7408	0.3867		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	1.5508		

絞り面

[ブーミングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	15.82000	23.39999
d2	3.32341	8.36291	5.38882
d7	16.31948	5.06296	0.21206
d15	6.35981	12.57682	20.40182

[非球面データ]

(14面)

K = 14181.0704
 C4 = 0.00000E+0
 C6 = 0.00000E+0
 C8 = 1.38900E-6
 C10 = 0.00000E+0

[0055]

[表10]

[実施例10]

[全体諸元]

f = 8.24~15.82~23.4
 Bf = 1.01
 FN0 = 2.85~3.63~4.6
 2ω = 60.97~32.29~22.37°

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	43.8109	2.7000	70.24	1.487490
2)	-151.2212	9.2696		
3)	521.2504	1.0000	23.78	1.846660
4)	8.7902	3.1000		
5)	-21.6524	1.0000	70.24	1.487490
6)	11.0000	3.0000	25.43	1.805180
7)	-67.4136	2.1637		
8)	0.0000	0.7000		
9)	10.8916	1.3000	43.69	1.720000
10)	-157.7711	0.1000		
11)	6.3307	3.3000	23.78	1.846660
13)	4.7708	1.0000		
14)	11.8587	0.8000	49.32	1.743300
15)	19.5351	17.7936		
16)	28.8272	2.1000	52.67	1.741000
17)	-36.4880	0.3867		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	1.0101		

絞り面

[ブーミングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	15.82000	23.40000
d2	2.85028	9.78192	9.26957
d7	19.37595	7.63788	2.16371
d15	7.00062	11.80706	17.79357

[非球面データ]

(14面)

K = -4.3925
 C4 = 0.00000
 C6 = -3.43180E-6
 C8 = -1.33760E-6
 C10 = 5.37700E-8

[0056]

50 [表11]

[実施例11]

[全体諸元]

f = 8.24~15.82~23.4
 Bf = 0.55
 FN0 = 2.92~3.74~4.76
 2ω = 61.66~32.37~22.35°

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	44.7234	2.0000	70.24	1.487490
2)	-141.8786	8.0111		
3)	1079.8376	1.0000	23.78	1.846660
4)	8.7766	3.1000		
5)	-21.5451	1.0000	70.24	1.487490
6)	11.0000	3.0000	25.43	1.805180
7)	-63.7173	2.1752		
8)	0.0000	0.7000		
9)	10.7751	1.3000	43.69	1.720000
10)	-151.9731	0.1000		
11)	6.4127	3.3000	50.80	1.570990
12)	-127.0837	0.8000	23.78	1.846660
13)	4.7742	0.8000		
14)	12.0492	0.8000	49.32	1.743300
15)	20.2247	18.9368		
16)	25.1811	2.1000	52.67	1.741000
17)	-44.7906	0.3867		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	0.5502		

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	15.82000	23.40000
d2	1.89822	8.71210	8.01114
d7	19.33409	7.60395	2.17520
d15	7.89084	12.80711	18.93682

[非球面データ]

(14面)

K = -4.4076
 C4 = 0.00000
 C6 = -5.45950E-6
 C8 = -8.16560E-7
 C10 = 2.10560E-8

[0057]

[表12]

[実施例12]

[全体諸元]

f = 8.24~14~23.4
 Bf = 0.99
 FN0 = 2.91~3.57~4.95
 2ω = 61.49~36.56~22.55°

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	67.4171	2.6000	70.24	1.487490
2)	-91.3503	5.4326		
3)	17436.5880	1.0000	23.78	1.846660
4)	8.7451	3.2000		
5)	-23.2097	1.0000	70.24	1.487490
6)	11.0000	3.3000	25.43	1.805180
7)	-71.7074	3.1365		
8)	0.0000	0.7000		
9)	19.9800	1.7000	37.17	1.834000
10)	-56.7905	0.1000		
11)	6.7244	3.1000	44.89	1.639300
12)	-18.8870	0.9000	27.51	1.755200
13)	5.5000	0.8000		
14)	16.6658	0.9000	37.17	1.834000
15)	5.1712	2.4000	63.38	1.618000
16)	-322.3455	21.1977		
17)	21.6334	2.2000	63.38	1.618000
18)	-39.8352	0.6389		
19)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
20)	0.0000	0.5000		
21)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
22)	0.0000	0.9900		

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	14.00000	23.40000
d2	3.10589	8.56023	6.44284
d7	19.41397	9.41511	2.12623
d16	7.24688	11.79140	21.19768

[0058]

[表13]

[実施例13]

[全体諸元]

$f = 8.24 \sim 15.82 \sim 23.4$
 $Bf = 1.13$
 $FN0 = 2.83 \sim 3.59 \sim 4.54$
 $2\omega = 61.55 \sim 32.60 \sim 22.54^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n
1)	43.8109	2.7000	61.18	1.589130
2)	-686.4598	8.8483		
3)	185.1098	1.0000	23.78	1.846660
4)	8.8676	3.1000		
5)	-22.5440	1.0000	70.24	1.487490
6)	11.0000	3.0000	25.43	1.805180
7)	-90.8056	2.1514		
8)	0.0000	0.7000		
9)	10.8916	1.3000	43.69	1.720000
10)	-256.7411	0.1000		
11)	5.9106	2.9000	50.80	1.570990
12)	70.9928	0.8000	23.78	1.846660
13)	4.6007	0.9000		
14)	14.0585	1.2000	49.32	1.743300
15)	25.8628	17.8354		
16)	32.1790	2.1000	60.09	1.640000
17)	-24.4642	0.3867		
18)	0.0000	2.7600	67.85	1.458504
19)	0.0000	0.5000		
20)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
21)	0.0000	1.1322		

絞り面

10

20

30

[ズームングデータ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	8.24000	15.82000	23.40002
d2	2.42903	9.36067	8.84832
d7	19.36362	7.62555	2.15138
d15	7.04244	11.84888	17.83539

40

[非球面データ]

(14面)

$K = -7.3543$
 $C4 = 1.00000E-10$

*

[条件対応値]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1) $f1/f3$	5.64	5.64	7.60	7.86	7.45	8.00
(2) $f2/f3$	-1.07	-1.07	-1.00	-1.03	-1.05	-1.07

$* C6 = -1.25760E-5$
 $C8 = -8.00070E-7$
 $C10 = 6.54100E-8$

以下に各実施例の条件対応数値を掲げる。

[0059]

[表14]

25							26
(3)f3/f4	0.64	0.64	0.57	0.55	0.58	0.64	
(4)S3/f3	0.60	0.60	0.89	0.88	0.86	0.72	
(5)S2/fw	0.96	0.96	0.99	0.98	0.99	0.96	
(6)TL/fw	6.48	6.48	7.28	6.70	7.26	6.41	
(7) $\Sigma d/fw$	3.00	3.00	3.60	3.54	3.59	3.12	
	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13
(1)f1/f3	7.04	8.09	5.99	4.93	4.93	5.33	4.93
(2)f2/f3	-1.07	-1.03	-1.07	-1.07	-1.07	-1.00	-1.07
(3)f3/f4	0.65	0.51	0.64	0.64	0.64	0.65	0.64
(4)S3/f3	0.65	0.97	0.62	0.56	0.55	0.71	0.56
(5)S2/fw	0.96	1.11	0.96	0.98	0.98	1.03	0.98
(6)TL/fw	6.39	6.52	6.37	6.71	6.53	7.17	6.66
(7) $\Sigma d/fw$	3.05	4.05	3.03	3.04	2.93	3.43	3.03

なお、本発明の実施例の各レンズは、第2レンズ群もしくは第4レンズ群の群全体又は群内の一部分の移動によってフォーカスが可能である。もちろん第1レンズから第4レンズまで全てのレンズを移動させて行う全体繰出しでもよいことは言うまでもない。

【0060】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、固体撮像素子等を用いたビデオカメラ、電子スチルカメラ等に適し、小型で、ズーム比が3倍程度で、広角端で60°の画角を有し、優れた結像性能を有するズームレンズを得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

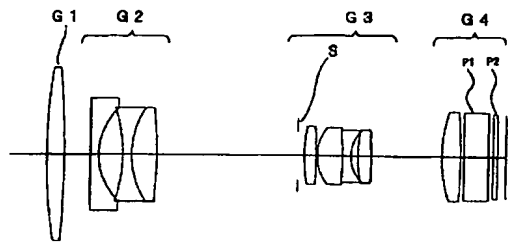
【図1】実施例1のレンズ断面図。
 【図2】実施例1の広角端における収差図。
 【図3】実施例1の中間焦点距離における収差図。
 【図4】実施例1の望遠端における収差図。
 【図5】実施例2のレンズ断面図。
 【図6】実施例2の広角端における収差図。
 【図7】実施例2の中間焦点距離における収差図。
 【図8】実施例2の望遠端における収差図。
 【図9】実施例3のレンズ断面図。
 【図10】実施例3の広角端における収差図。
 【図11】実施例3の中間焦点距離における収差図。
 【図12】実施例3の望遠端における収差図。
 【図13】実施例4のレンズ断面図。
 【図14】実施例4の広角端における収差図。
 【図15】実施例4の中間焦点距離における収差図。
 【図16】実施例4の望遠端における収差図。
 【図17】実施例5のレンズ断面図。
 【図18】実施例5の広角端における収差図。
 【図19】実施例5の中間焦点距離における収差図。
 【図20】実施例5の望遠端における収差図。
 【図21】実施例6のレンズ断面図。
 【図22】実施例6の広角端における収差図。
 【図23】実施例6の中間焦点距離における収差図。
 【図24】実施例6の望遠端における収差図。
 【図25】実施例7のレンズ断面図。

【図26】実施例7の広角端における収差図。
 【図27】実施例7の中間焦点距離における収差図。
 【図28】実施例7の望遠端における収差図。
 【図29】実施例8のレンズ断面図。
 【図30】実施例8の広角端における収差図。
 【図31】実施例8の中間焦点距離における収差図。
 【図32】実施例8の望遠端における収差図。
 【図33】実施例9のレンズ断面図。
 【図34】実施例9の広角端における収差図。
 【図35】実施例9の中間焦点距離における収差図。
 【図36】実施例9の望遠端における収差図。
 【図37】実施例10のレンズ断面図。
 【図38】実施例10の広角端における収差図。
 【図39】実施例10の中間焦点距離における収差図。
 【図40】実施例10の望遠端における収差図。
 【図41】実施例11のレンズ断面図。
 【図42】実施例11の広角端における収差図。
 【図43】実施例11の中間焦点距離における収差図。
 【図44】実施例11の望遠端における収差図。
 【図45】実施例12のレンズ断面図。
 【図46】実施例12の広角端における収差図。
 【図47】実施例12の中間焦点距離における収差図。
 【図48】実施例12の望遠端における収差図。
 【図49】実施例13のレンズ断面図。
 【図50】実施例13の広角端における収差図。
 【図51】実施例13の中間焦点距離における収差図。
 【図52】実施例13の望遠端における収差図

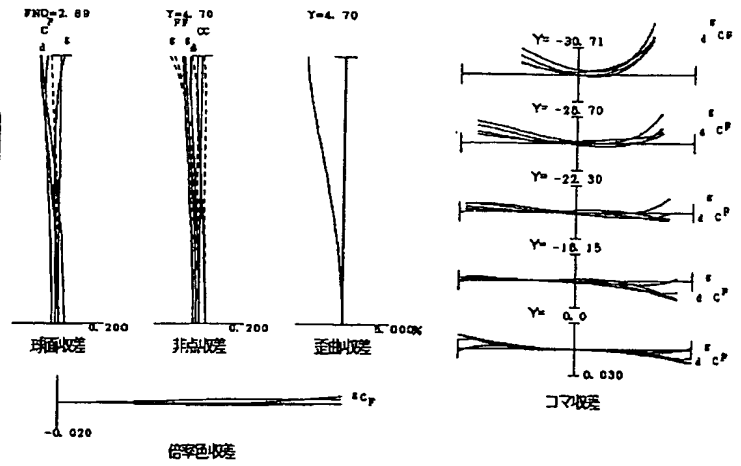
【符号の説明】

G1：第1レンズ群
 G2：第2レンズ群
 G3：第3レンズ群
 G4：第4レンズ群
 S：絞り
 P1：ローパスフィルター
 P2：カバー硝子
 FNO：Fナンバー
 Y：像高

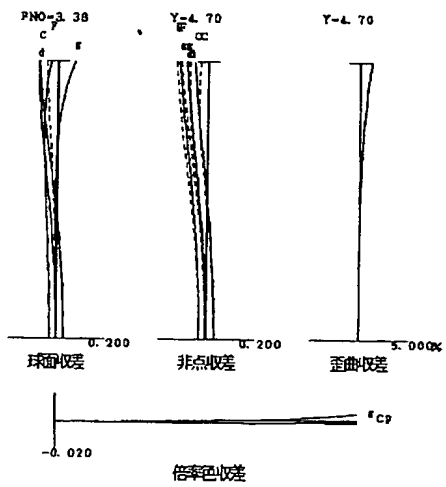
【図1】



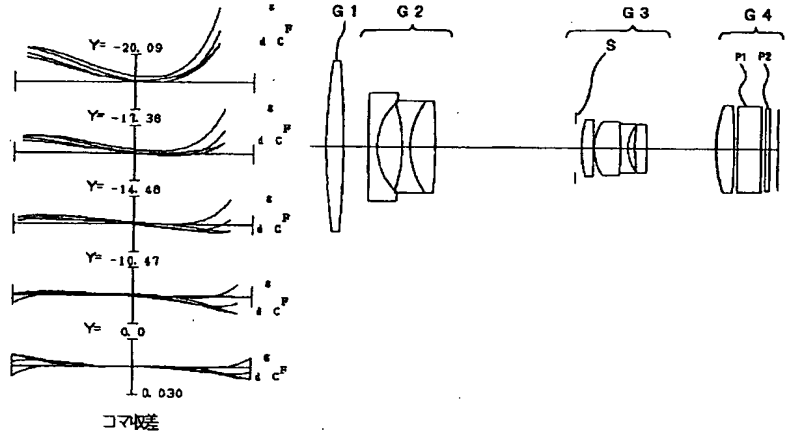
【図2】



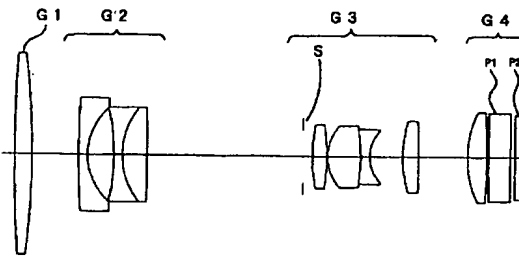
【図3】



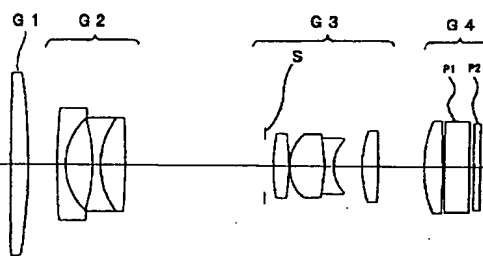
【図5】



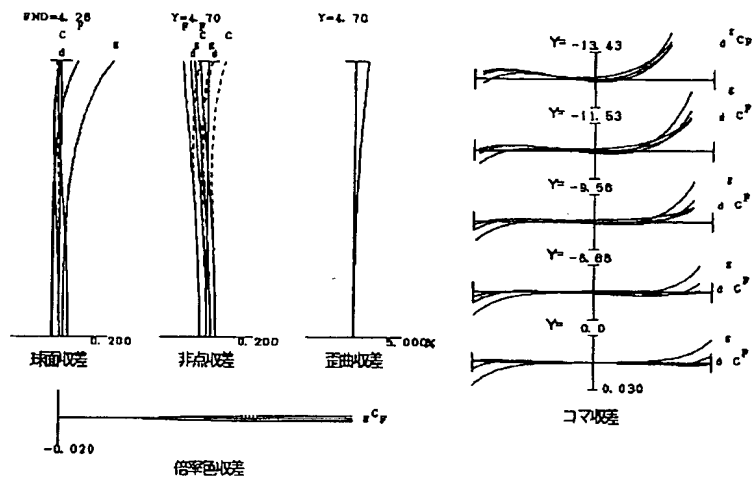
【図9】



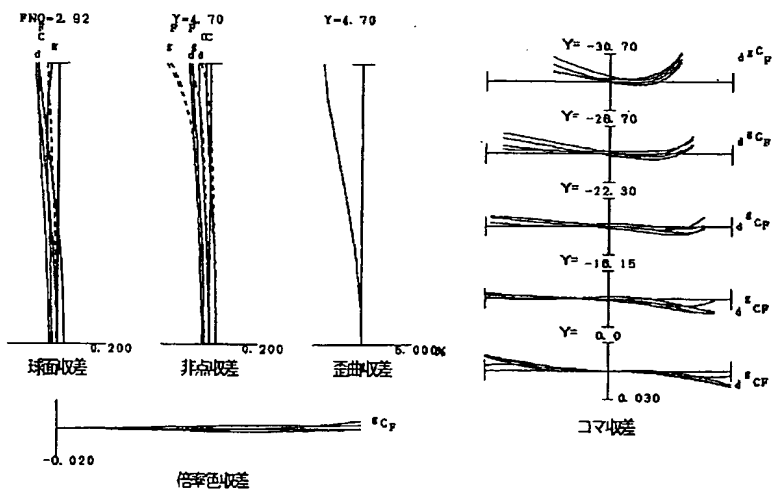
【図13】



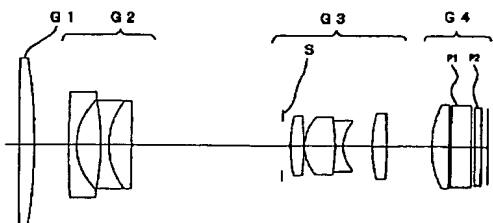
【図4】



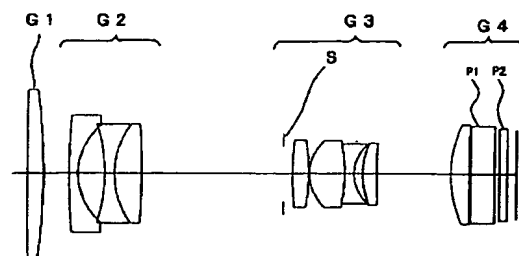
【図6】



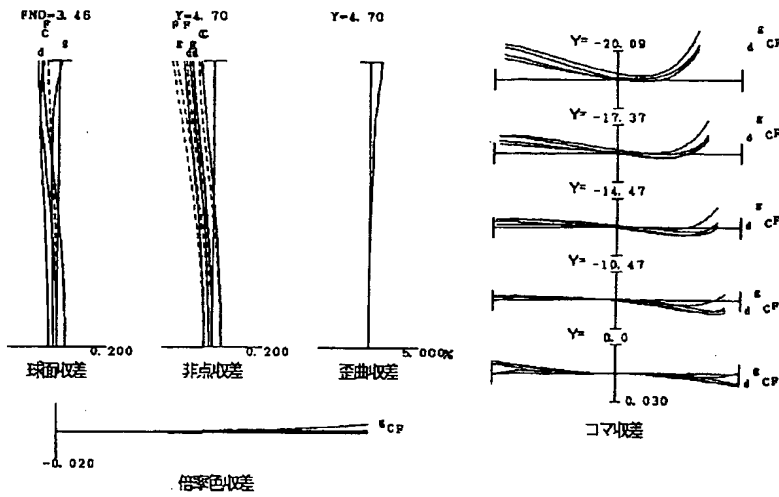
【図17】



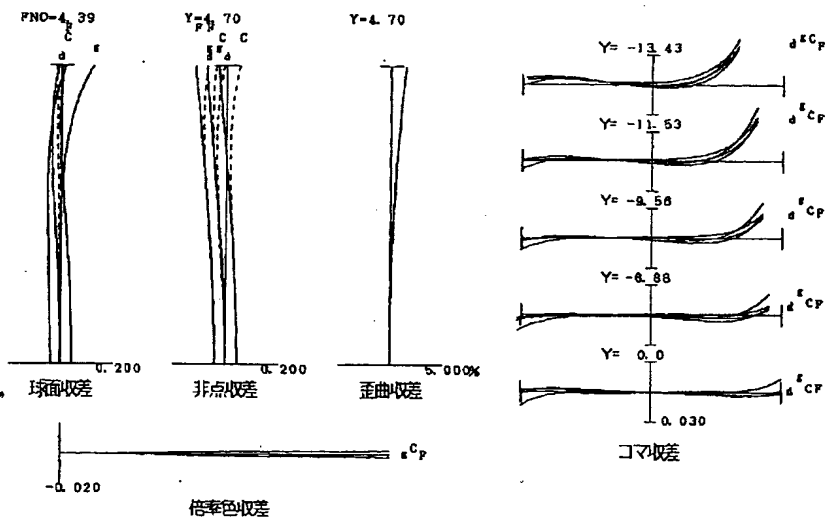
【図21】



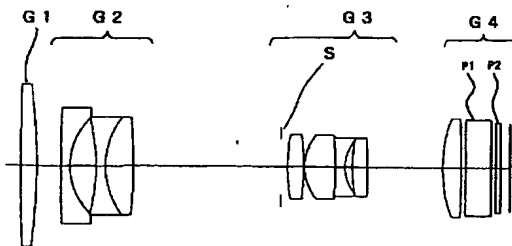
【図7】



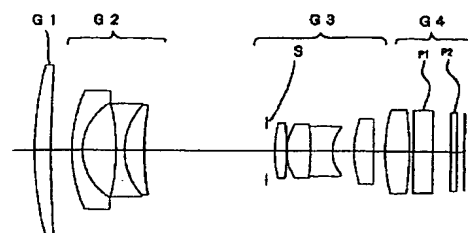
【図8】



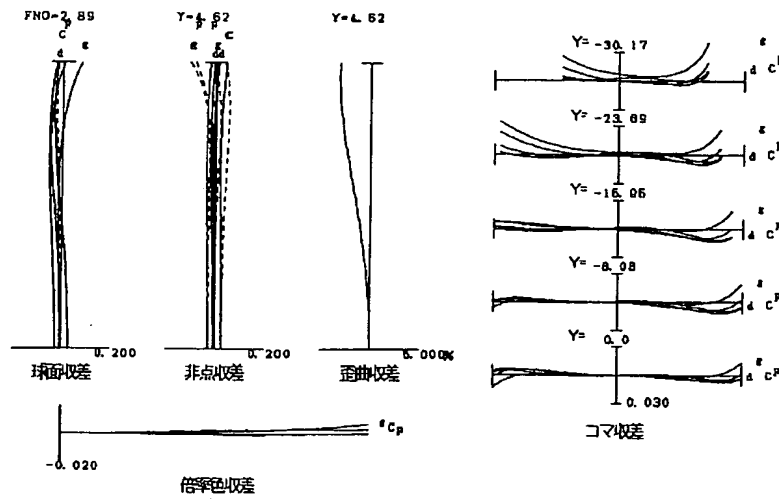
【図25】



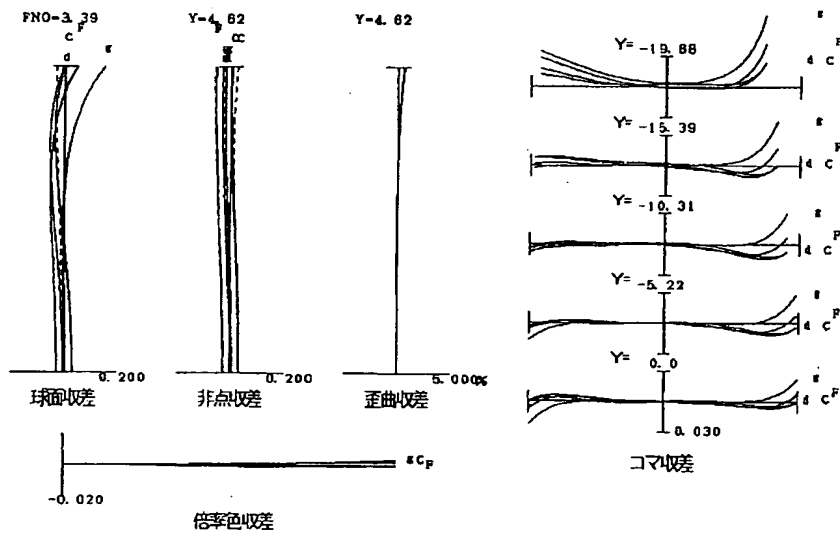
【図29】



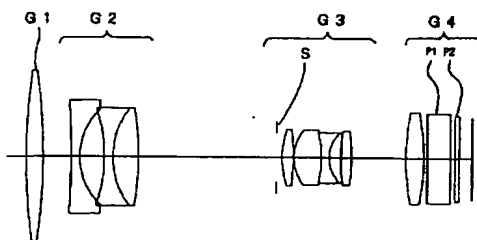
【図10】



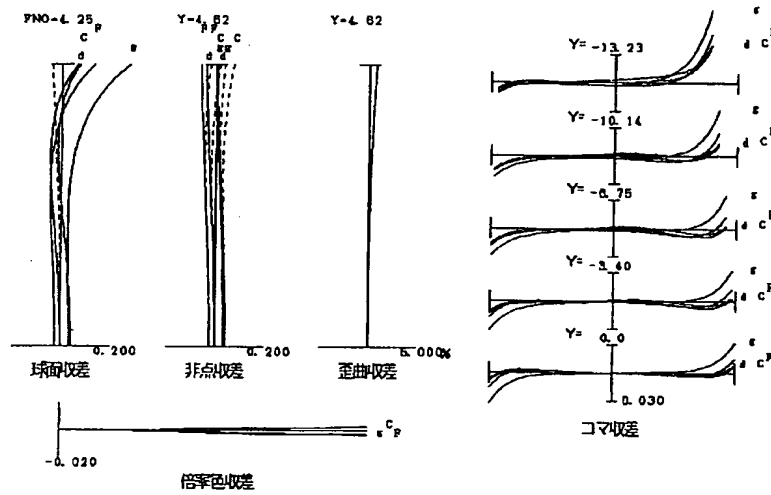
【図11】



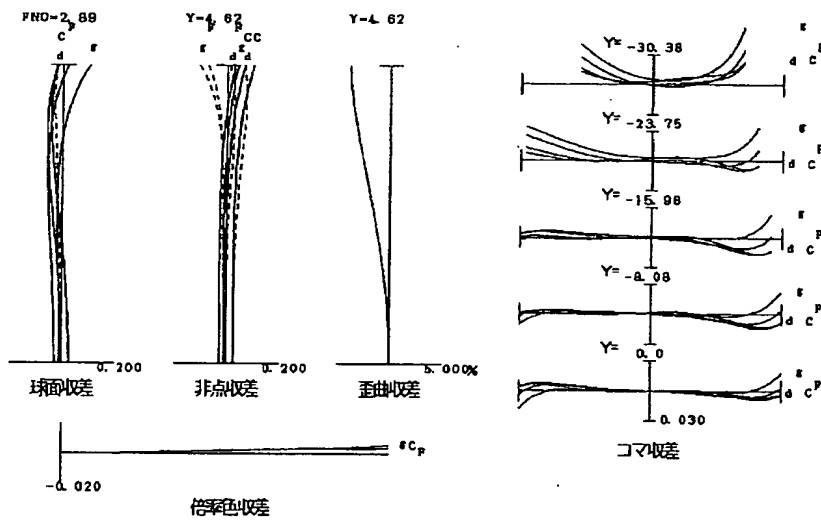
【図33】



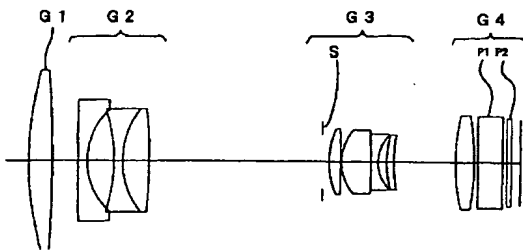
【図12】



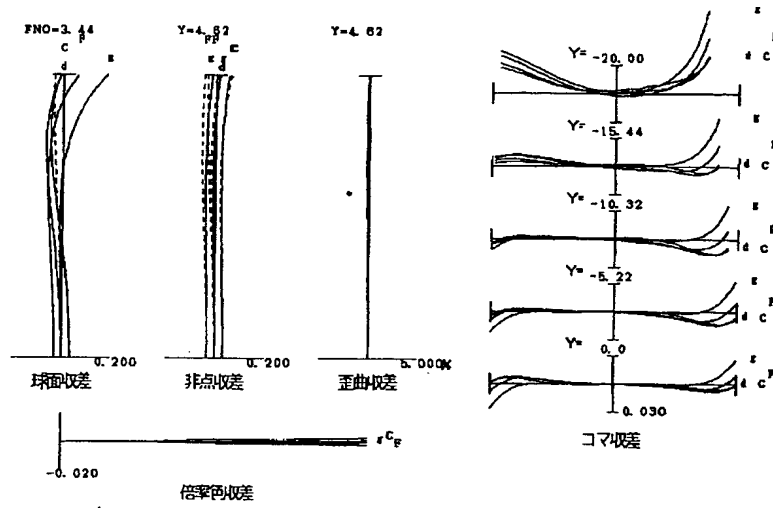
【図14】



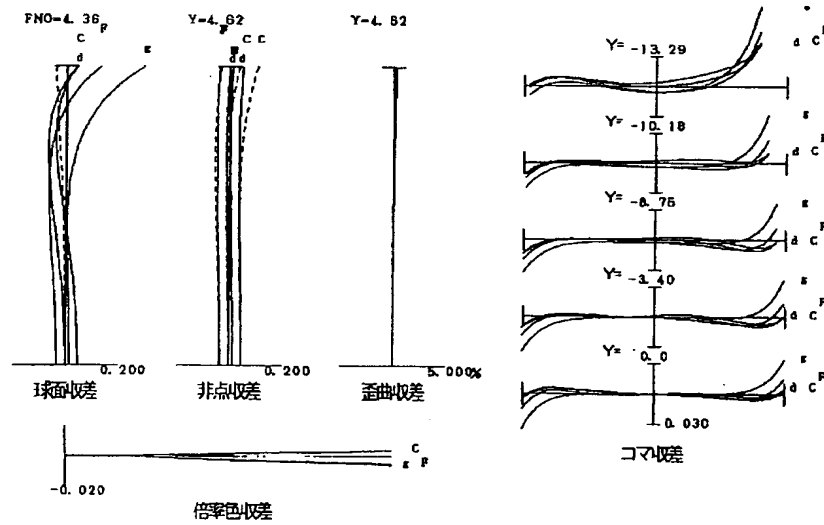
【図37】



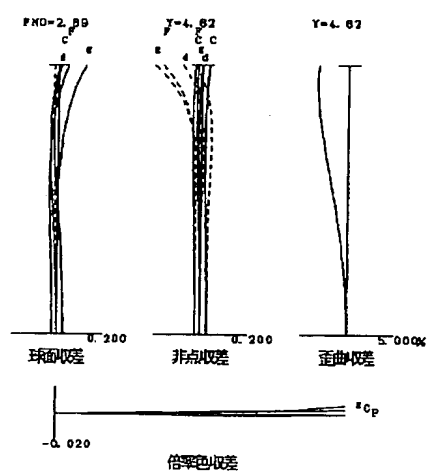
【図15】



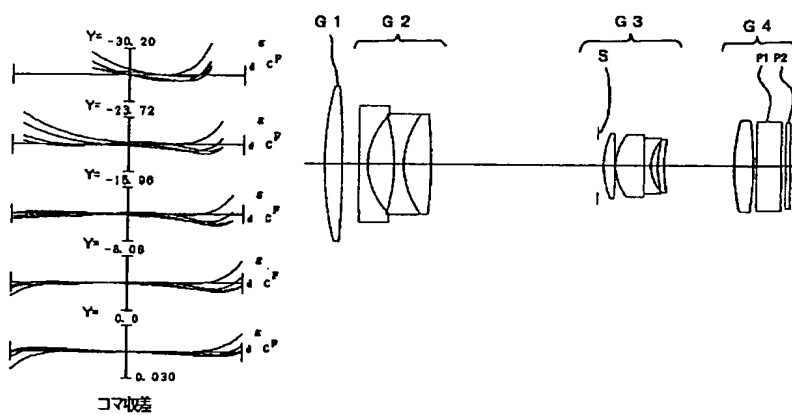
【図16】



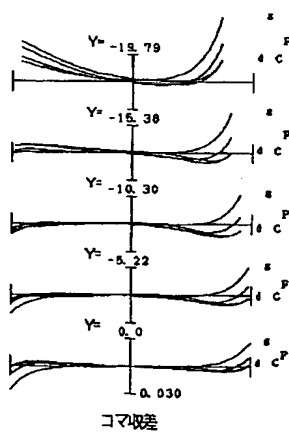
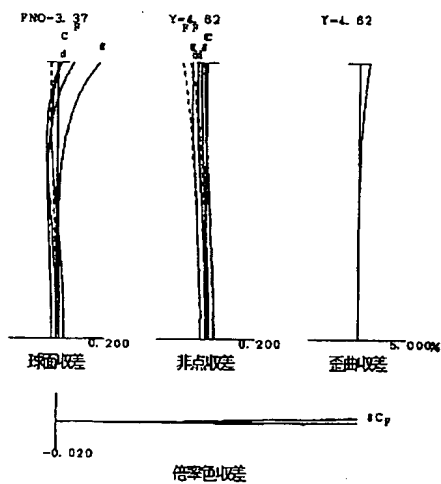
【図18】



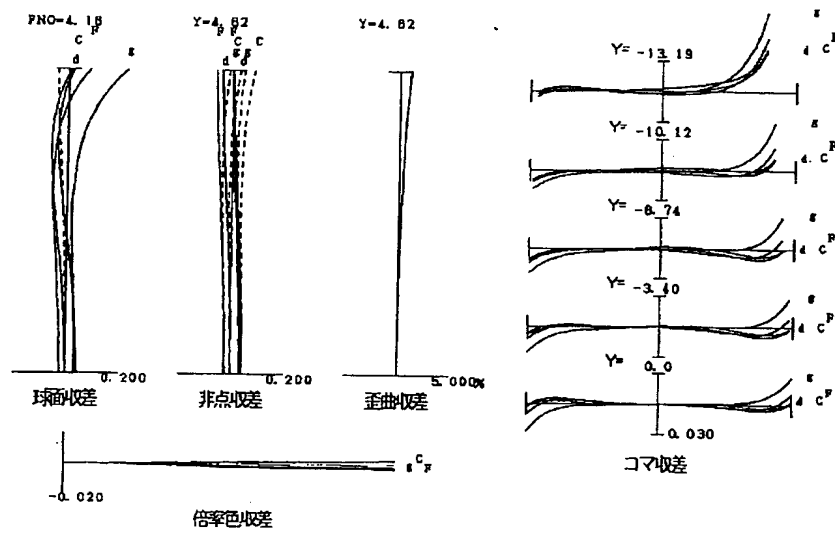
【図41】



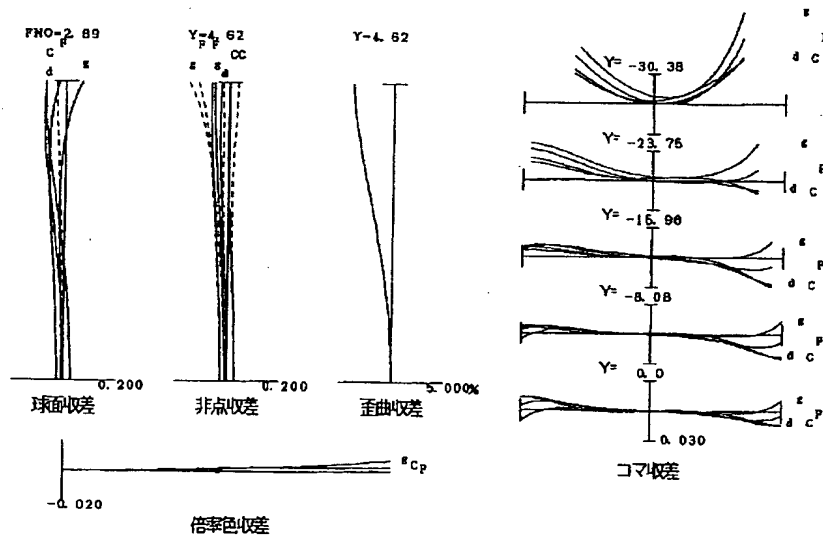
【図19】



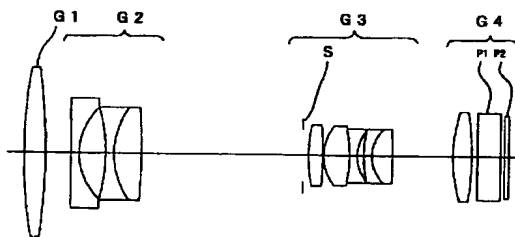
【図20】



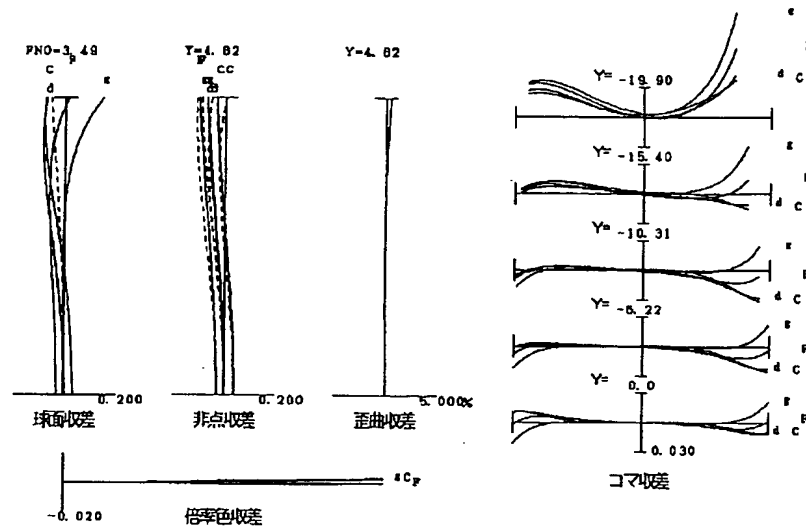
【図22】



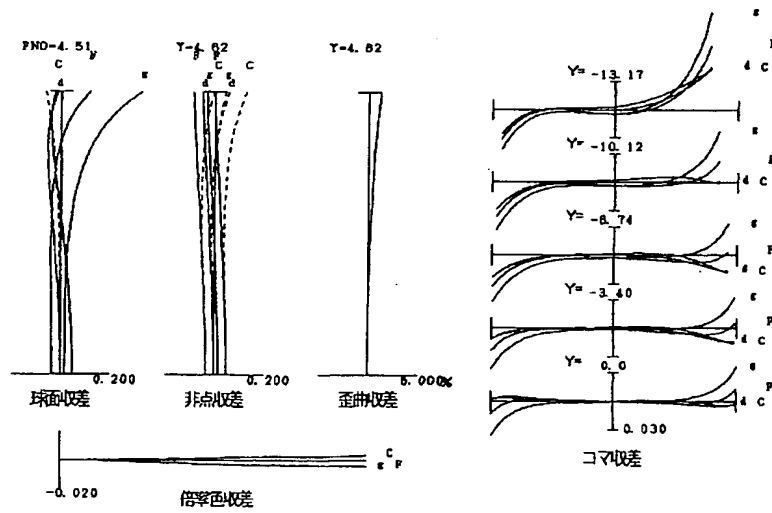
【図45】



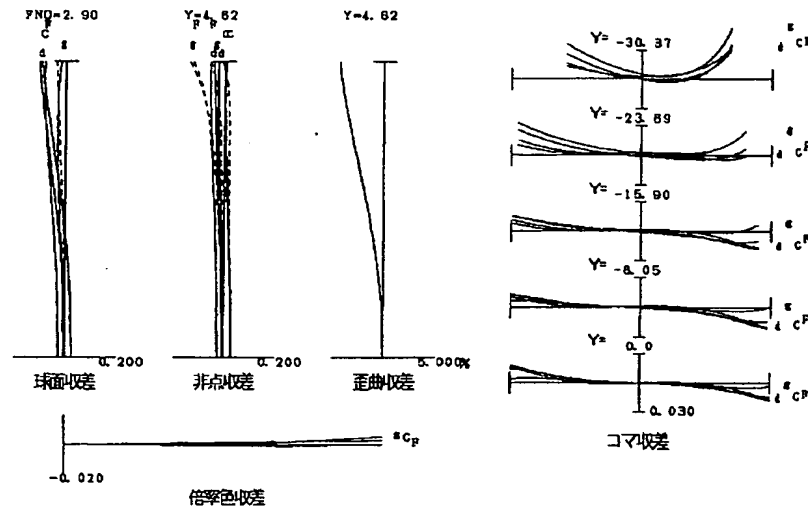
【図23】



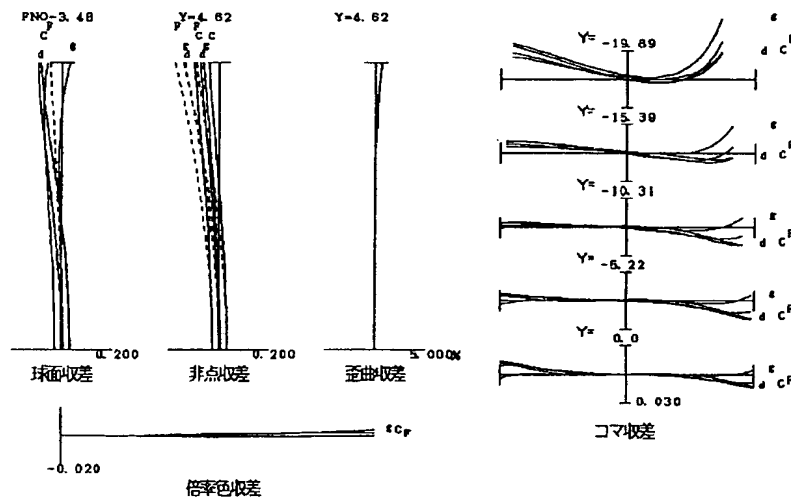
【図24】



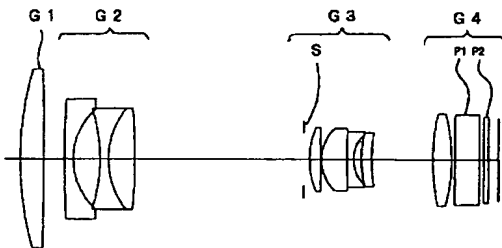
【図26】



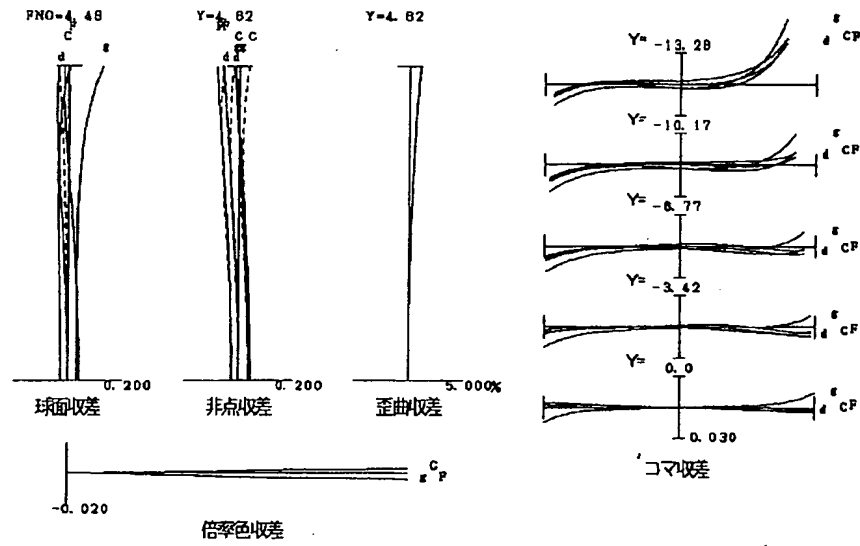
【図27】



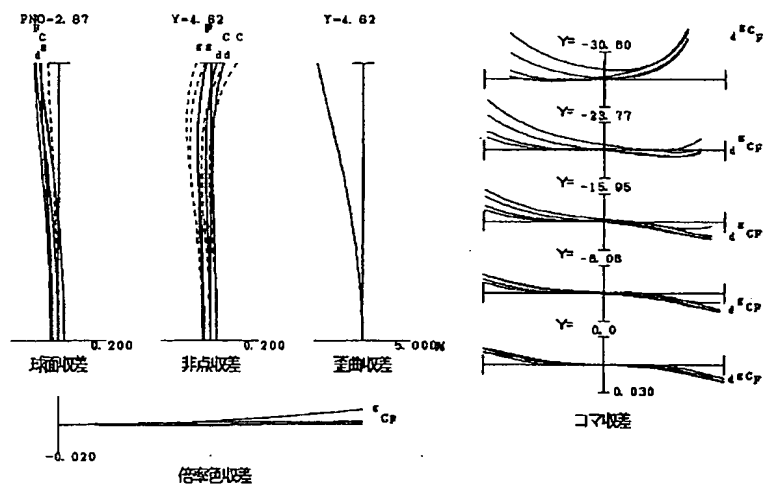
【図49】



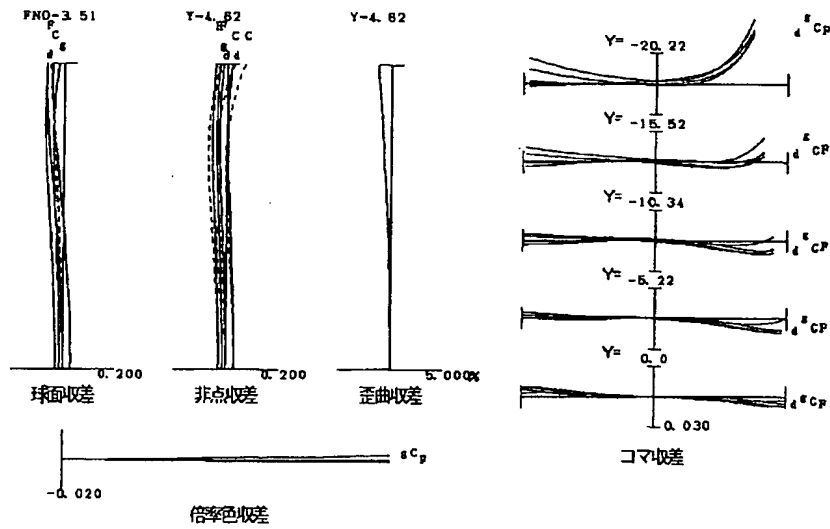
【図28】



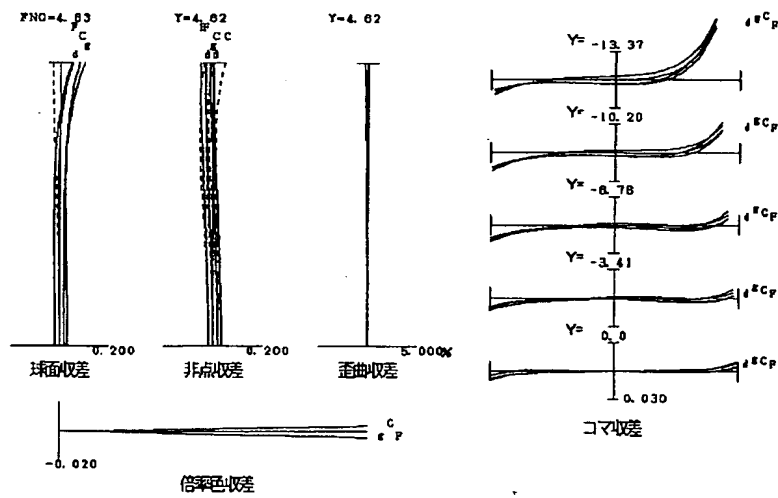
【図30】



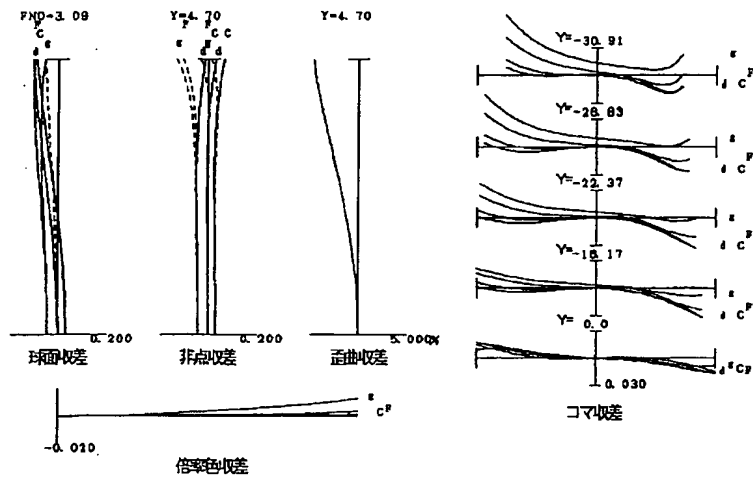
【図31】



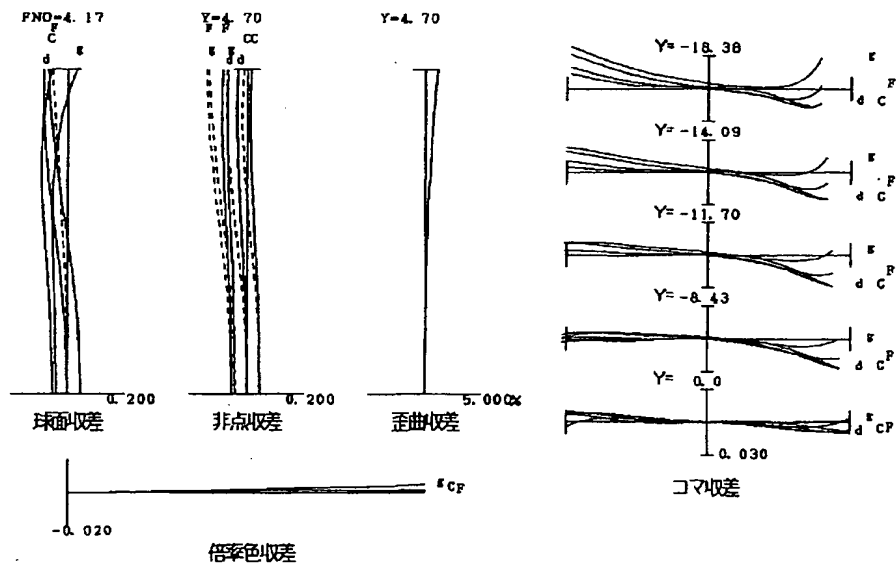
【図32】



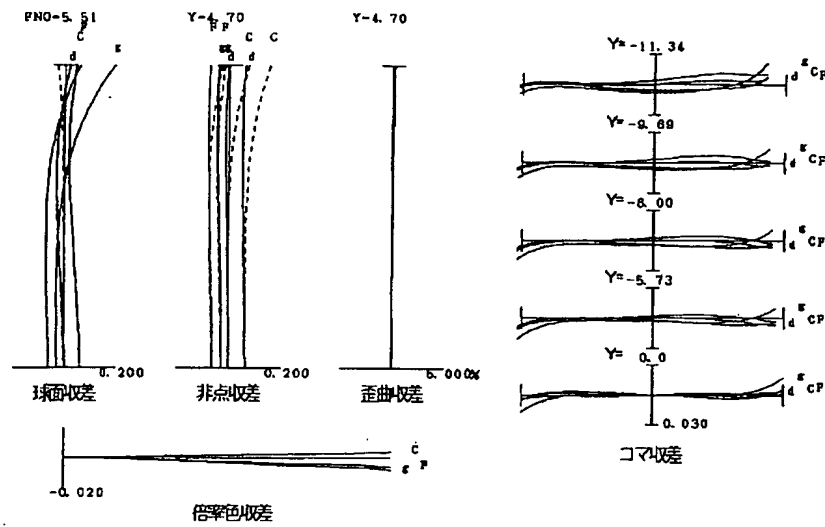
【図34】



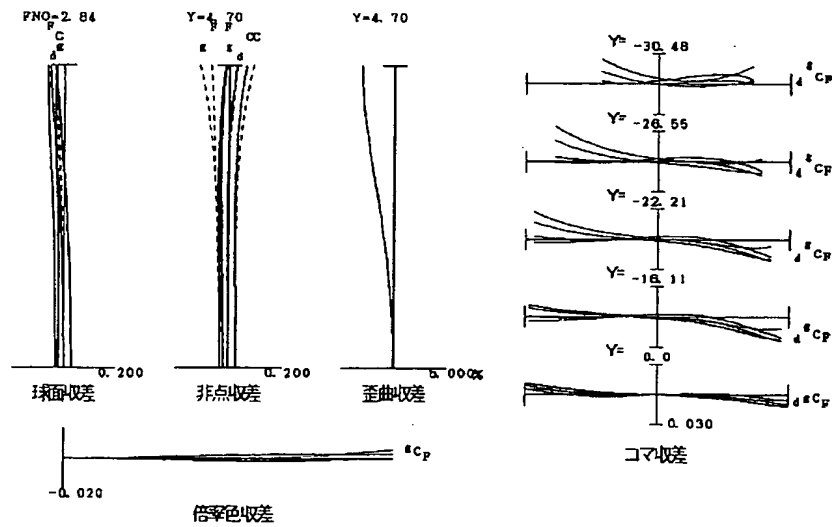
【図35】



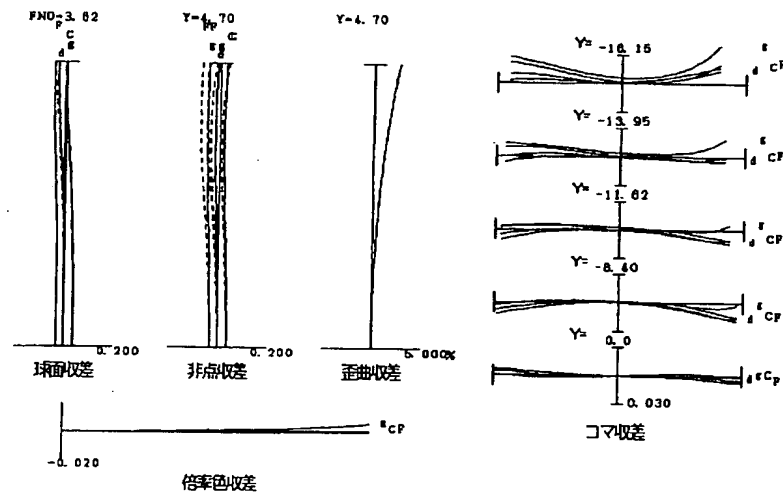
【図36】



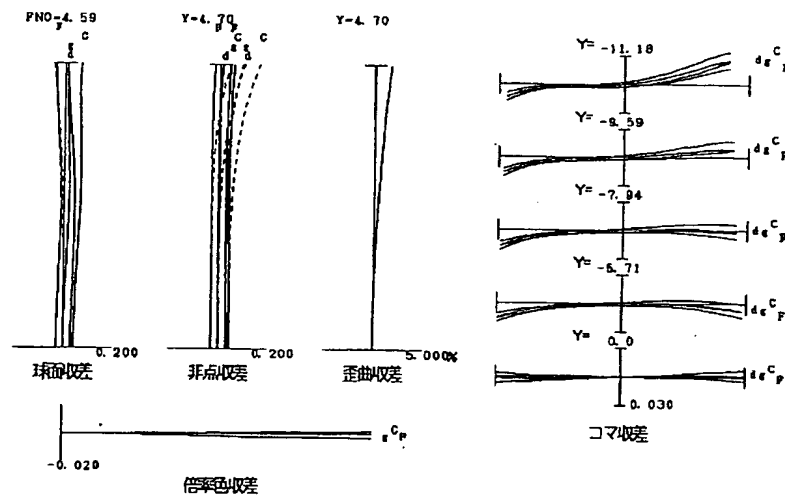
【図38】



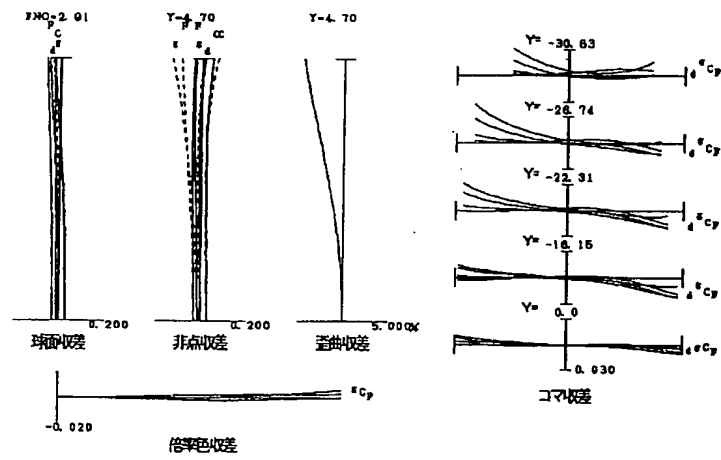
【図39】



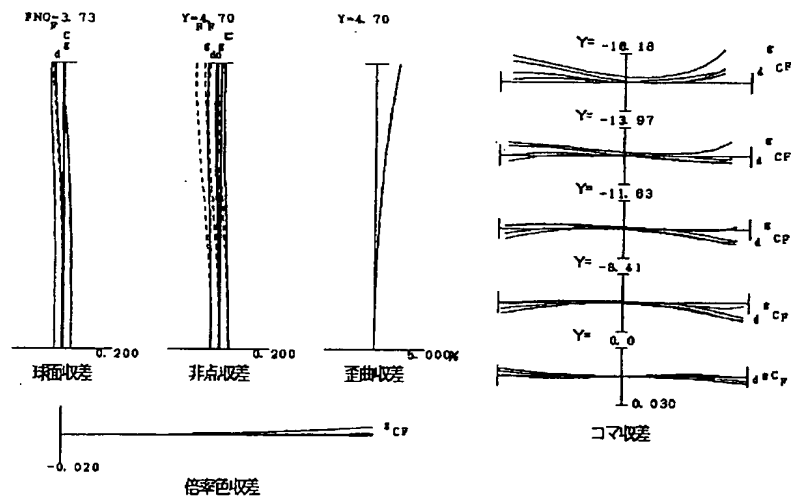
【図40】



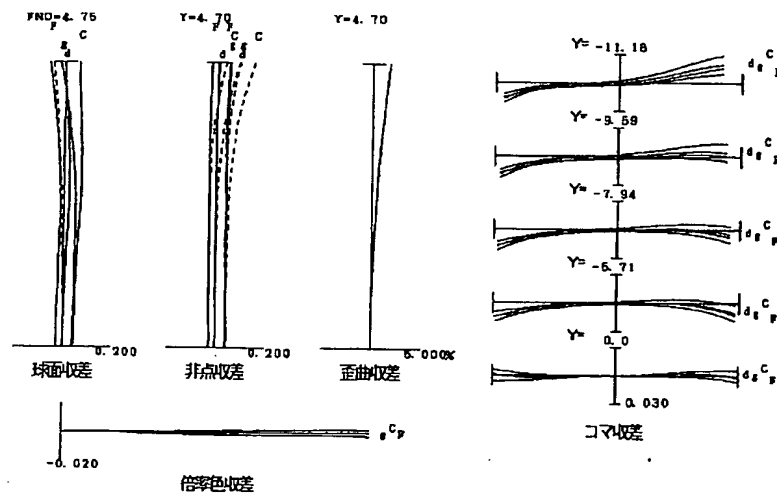
【図42】



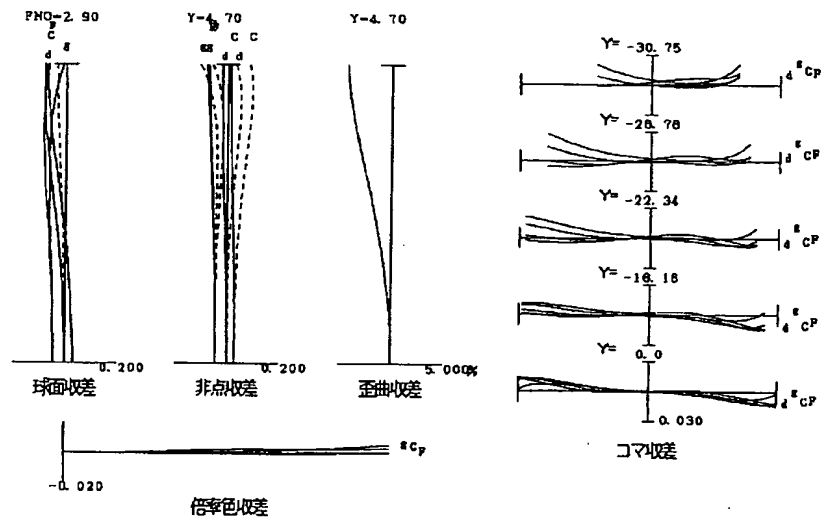
【図43】



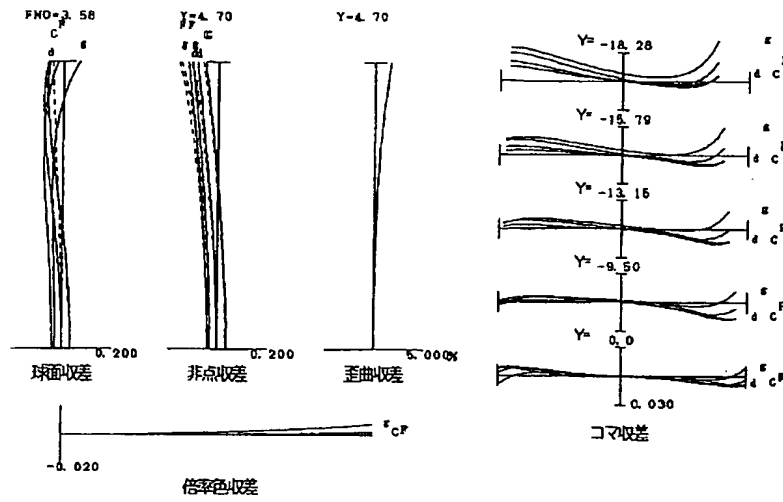
【図44】



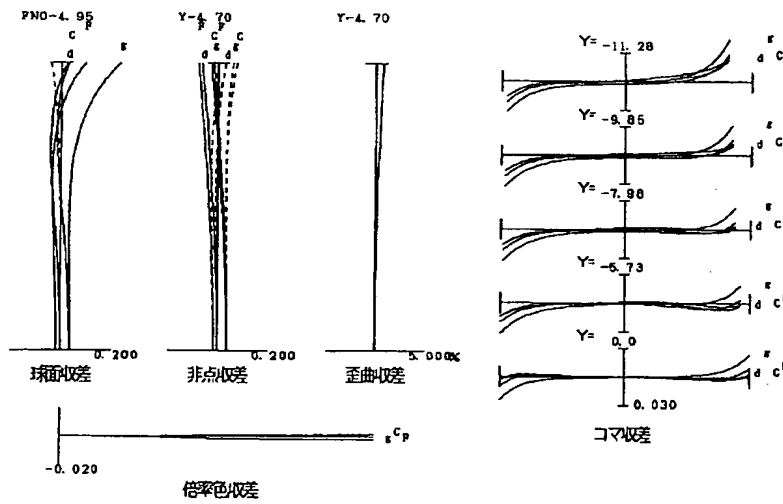
【図46】



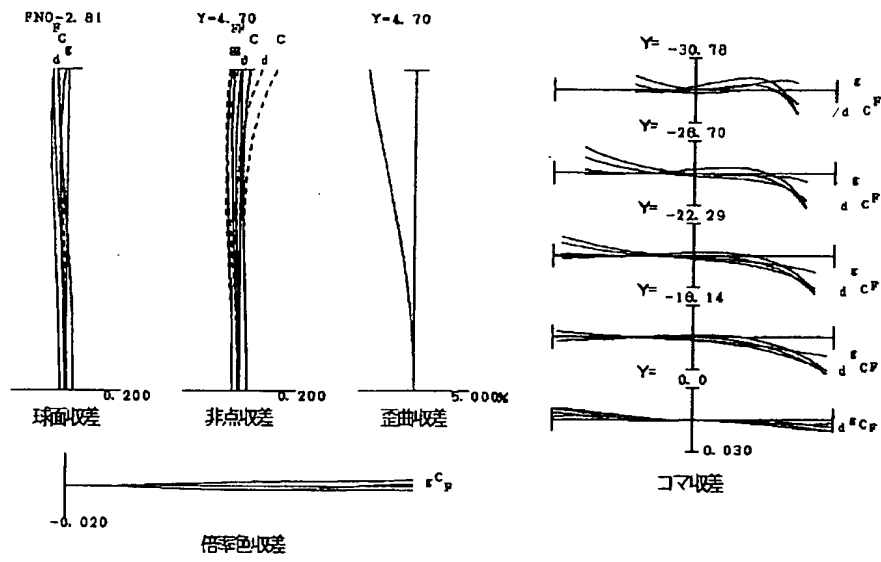
【図47】



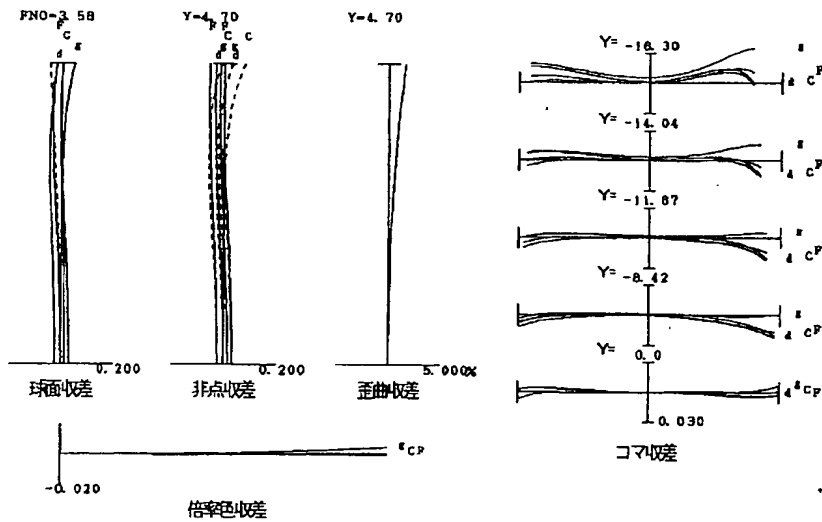
【図48】



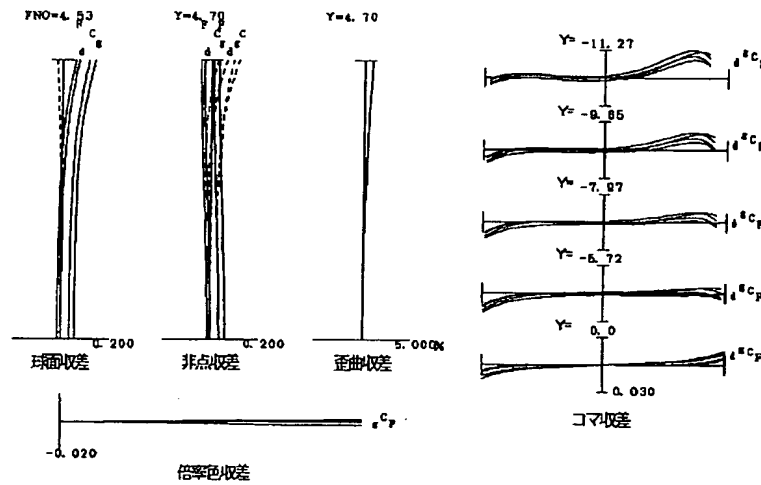
【図50】



【図51】



【図52】



フロントページの続き

F ターム (参考) 2H087 KA01 PA07 PA19 PA20 PB09
 PB10 QA02 QA07 QA12 QA14
 QA22 QA26 QA32 QA34 QA41
 QA46 RA05 RA12 RA36 RA42
 RA43 SA23 SA27 SA29 SA32
 SA63 SA64 SA72 SA75 SB02
 SB14 SB25 SB26 SB32

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**